

**Stack for translational movement and method of making the same.**

**Patent number:** EP0576707  
**Publication date:** 1994-01-05  
**Inventor:** VOIGT KONRAD (DE); MEIER WILFRIED (DE); GEISS WOLFGANG (DE)  
**Applicant:** TRIDELTA AG (DE)  
**Classification:**  
- international: H01L41/08  
- european: H01L41/083  
**Application number:** EP19920111118 19920701  
**Priority number(s):** DE19914103657 19910207

**Also published as:**

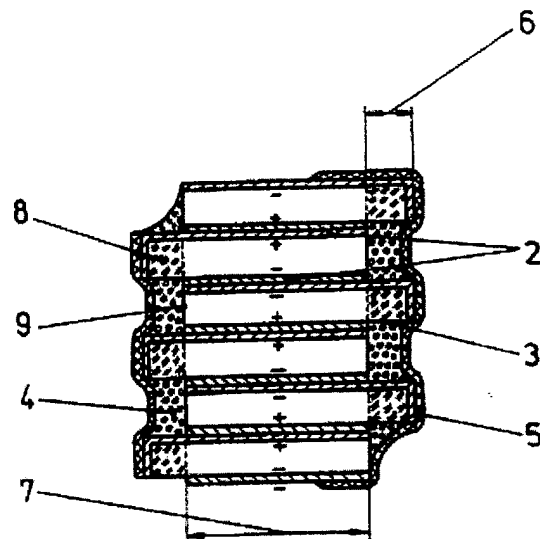
DE4103657 (A1)  
EP0576707 (B1)

**Cited documents:**

US4978881  
DE3330538  
JP61258485

**Abstract of EP0576707**

The invention relates to a stack for translational movement, which consists of a multiplicity of piezoceramic discs which are provided with surface metallisations as electrodes. According to the invention, insulation areas of each disc 1 are present between the in each case two metallisations 2, on the one hand on a disc edge, and on the other hand on a main surface 3 and opposite this disc edge 9. The individual discs are stacked with a mutual offset 6, the size of which corresponds to the width of the area 8 of the disc in which field deformations are produced due to the electrode arrangement when the stack is operated. This area is outside the effective quasi-monolithic cross-section 7 of the stack. Furthermore, a method for separating the stack into individual stacks is described.

**Fig. 3**

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 576 707 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 92111118.3

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **H01L 41/08**

(22) Anmeldetag: 01.07.92

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
05.01.94 Patentblatt 94/01(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DK FR GB GR IT LI NL**(71) Anmelder: **TRIDELTA AG**  
Postfach 2  
D-19339 Hermsdorf(DE)(72) Erfinder: **Voigt, Konrad**  
Birkenlinie 22  
O-6532 Bad Klosterlausitz(DE)  
Erfinder: **Meier, Wilfried**  
Am Stadion 9  
O-6530 Hermsdorf(DE)  
Erfinder: **Geiss, Wolfgang**  
Tachover Ring 17  
O-6540 Stadtroda(DE)(54) **Translatorstapel und Verfahren zu dessen Herstellung.**

(57) Die Erfindung betrifft einen Translatorstapel, der aus einer Vielzahl von piezokeramischen Scheiben, die mit Oberflächenmetallisierungen als Elektroden versehen sind, besteht. Erfindungsgemäß sind Isolationsbereiche jeder Scheibe 1 zwischen dem jeweils beiden Metallisierungen 2 einerseits auf einer Scheibenkante und andererseits auf einer Hauptfläche 3 und entgegengesetzt zu dieser Scheibenkante 9 vorhanden. Die einzelnen Scheiben sind mit einem wechselseitigen Versatz 6 gestapelt, dessen Größe der Breite des Bereiches 8 der Scheibe entspricht, in dem durch die Elektrodenanordnung beim Betrieb des Stapels Felddeformationen entstehen. Dieser Bereich liegt außerhalb des quasimonolithischen Wirkquerschnittes 7 des Stapels. Weiterhin wird ein Verfahren zum Trennen des Stapels in Einzelstapel beschrieben.

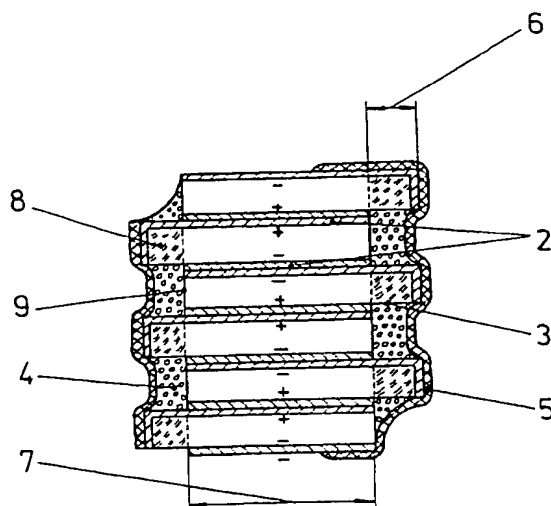


Fig. 3

EP 0 576 707 A1

Die Erfindung betrifft einen Translatorstapel, der aus einer Vielzahl von piezokeramischen Scheiben, die mit Oberflächenmetallisierungen als Elektroden versehen sind, besteht. Gleichzeitig beinhaltet die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen eines Translatorstapels.

Es sind einige Möglichkeiten der Elektrodengestaltung für die einzelnen Scheiben bekannt. Ganzflächige Metallisierungen der gegenüberliegenden Hauptflächen führt notwendigerweise entweder zu aufwendigen Maßnahmen bei der äußeren Parallelschaltung gleichsinnig angesteuerter Elektroden (DE 321 8576) oder zu aufwendigen Isolationsmaßnahmen auf der Bauelementekante, z.B. bei monolithischen Vielschichtaktuatoren.

Um diese Nachteile zu vermeiden, wird in der DE-OS 333 0538 eine Metallisierung der Einzelscheiben derart vorgeschlagen, daß eine Flächenelektrode jeweils auf die gegenüberliegende Seitenkante herumreicht. Dies bedingt einen elektrodenfreien Streifen auf jeder Hauptfläche der Scheibe, der jeweils die Isolation der Elektroden zueinander gewährleistet.

In diesen Bereichen treten beim elektrischen Ansteuern der Scheiben Felddeformationen auf, die zu einer geringeren Dehnung bzw. sogar zu Kontraktionen in Richtung der Wirkachse des Stapels führen. Die Folge davon sind hohe innere mechanische Spannungen zwischen regulär kontaktierten Gebieten, in denen das elektrische Feld parallel zur Wirkachse des Stapels verläuft, und den Gebieten der Isolierstreifen, in denen die Feldrichtung von der Wirkachse abweicht.

Diese mechanische Spannungen führen bei Betrieb des Translatorstapels, wie schon angedeutet, zu Energie- und Dehnungsverlusten, zu Inhomogenitäten der Dehnung über den Wirkquerschnitt, zu Verlusten an Steifigkeit und im Extremfall, z.B. bei hochdynamischem Betrieb, zur Zerstörung des Verbundes.

Die Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, einen Stapelaufbau anzugeben, der einerseits den Aufwand für eine äußere Verschaltung bzw. Elektrodenisolation, der bei ganzflächiger Metallisierung der Hauptflächen der Einzelscheiben entsteht, vermindert und andererseits die beschriebenen Nachteile, die mit der Anordnung der Isolationsstreifen auf den Hauptflächen der Scheiben auftreten, vermeidet. Die Erfindung soll insbesondere für kleine Scheibendicken (<0,3 mm) eine kostengünstige Fertigung erlauben.

Aufgabe der Erfindung ist es weiterhin, ein Verfahren zur Herstellung eines Translatorstapels anzugeben, das gewährleistet, daß Stapel auf effektiver Weise in den benötigten Abmessungen und Eigenschaften bereitgestellt werden können.

Diese Aufgabe wird, wie in den Ansprüchen 1 bis 6 beschrieben, gelöst.

Weitere Erläuterungen der Erfindungen gehen aus den nachfolgenden auf der Basis der Zeichnungen beschriebenen Ausführungsbeispielen hervor.

Es zeigen:

Fig. 1: eine Einzelscheibe mit einer erfindungsgemäßen Metallisierung

Fig. 2: eine Einzelscheibe mit einer weiteren erfindungsgemäßen Metallisierung

10 Fig. 3: eine Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Stapels in Trennrichtung bei Verwendung von Scheiben nach Fig. 1

15 Fig. 4: eine Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Stapels in Trennrichtung bei Verwendung von Scheiben nach Fig. 2

Fig. 5: eine Prinzipdarstellung zur Trennung des ursprünglichen Stapels gemäß Beispiel 1 und Fig. 3

20 Fig. 6: eine Prinzipdarstellung zur Trennung des ursprünglichen Stapels gemäß Beispiel 2 und Fig. 4.

25 Die in den Fig. 5 und 6 angedeuteten Pfeile sollen die Richtung des elektrischen Feldes bei Betrieb des Stapels verdeutlichen, wobei auch die weiter unten beschriebenen Einzelstapel gemeint sind.

30 Die Stapelung der Scheiben 1 erfolgt so, daß das Gebiet mit irregulärer Feldverteilung 8 sich außerhalb des quasimonolithischen Wirkquerschnittes 7 befindet und dort nur die Funktion des Trägers der Metallisierungen 2; 5 hat.

35 Die Fig. 1 und 2 zeigen dabei die zwei Möglichkeiten der Metallisierung (Elektroden), um den beabsichtigten Versatz 6 bei der Stapelung der Scheiben 1 realisieren zu können.

40 Die Herstellung des Stapelverbundes geschieht durch Verklebung und zwar derart, daß eine galvanische Kontaktgabe benachbarter Elektroden 2 erfolgt und nur eine dieser Elektroden nach außen geführt und jeweils mit den anderen herausgeführten Elektroden gleicher Polarität durch eine elektrisch leitende Beschichtung 5 miteinander verbunden wird. Die bevorzugte Verwendung des Klebers zur Füllung der beim versetzten Stapeln entstehenden spaltförmigen Vertiefungen wird anschließend in den beiden Beispielen beschrieben. Die mechanische Steifigkeit des ausgehärteten Klebers muß im Vergleich zu der der Keramik vernachlässigbar sein.

#### Beispiel 1:

55 Es werden 50 Stück piezokeramische Einzelscheiben 1 mit den Abmessungen 55 x 5,5 x 0,3, wie in Fig. 1 dargestellt, mit Metallisierungen (Elektroden) 2 versehen und anschließend polari-

siert. Danach erfolgt die Stapelung der Scheiben unter Einsatz eines handelsüblichen Klebers 4 und bei Anwendung von Druck. Der Kleber 4 wird dabei so dosiert, daß die durch den Versatz 6 entstandenen Fugen zu etwa 50 % gefüllt werden. Nach dem Aushärten des Klebers bei 120°C erfolgt eine Reinigung der Seitenflächen des Stapels. Anschließend werden diese Seitenflächen mit einem Sputterverfahren metallisiert 5, so daß alle nach jeweils einer Seite herausgezogenen Elektroden 2 elektrisch leitend miteinander verbunden werden.

Der entstandene Stapel mit den Abmessungen 6 x 55 x 15 mm (A x B x D) (Fig. 5) wird mit einer Gattertrennsäge senkrecht zur Seitenmetallisierung 5 in 10 Einzelstapel 10 der Größe 5 x 6 x 15 mm zerlegt. Die einzelnen Stapel werden drahtkontaktiert und mit einem Schutzlack umhüllt.

Beim Anlegen einer Gleichspannung von 600 V führt der Einzelstapel eine Dehnung in Feldrichtung von ca. 20 µm aus.

Auf die beim Trennsägen entstehenden Flächen der Einzelstapel 10 können nach einem Waschvorgang ein oder mehrere Dehnmeßstreifen als Dehnungssensor zu Meß- und Regelzwecken aufgebracht werden.

#### Beispiel 2:

Es werden 40 piezokeramische Folien der Abmessung 55 x 20 x 0,1 mm gemäß Fig. 2 durch ein Dickschichtverfahren mit Ag-Paste der Schichtdicke 5 µm so metallisiert, daß die Isolationsstreifen 3 (Isolation auf der Scheibenfläche) parallel zu den kurzen Seitenkanten verlaufen.

Die Folien 1 werden wie in Fig. 4 dargestellt, versetzt gestapelt, wobei sie mit einem Kleber als Bindemittel unter Druck verfügt werden. Der aus dem Spalt zwischen den einzelnen Folien austretende Kleber füllt die beim versetzten Stapeln entstandenen Fugen vollständig und bedeckt auch die hervorstehenden Folienkanten.

Nach dem Aushärten des Klebers bei 120°C werden die Seitenkanten des Stapels überschleift, bis die Keramik und die herausgezogenen Elektroden 2 angeschliffen sind. Nach einem Waschvorgang werden die Seitenflächen durch ein Sputterverfahren mit einer Ag-Schicht 5 metallisiert, die die jeweils nach einer Seite herausgezogenen Elektroden gleicher Polarität elektrisch miteinander verbindet.

Der Stapel mit den Abmessungen 55,5 x 20 x 4 mm (A x B x D) (Fig. 6) wird anschließend in 6 Einzelstapel 10 der Abmessung 4 x 3 x 55,5 mm (D x B<sub>1</sub> x A) zerlegt. Es entsteht so eine Vielzahl von Einzelstapel 10 mit kleinem Wirkquerschnitt (D x B<sub>1</sub>) und großer wirksamer Länge A.

Nach dem Abschluß von Kontaktdrähten und Endstücken an die kleinen Seitenflächen der nun

entstandenen Einzelstapel 10 werden diese polarisiert. Der Translatorstapel führt beim Anlegen einer Gleichspannung von 200 V eine Kontraktion senkrecht zur Feldrichtung (Richtung A) von etwa 45 µm aus.

#### Patentansprüche

1. Translatorstapel, bestehend aus einer Vielzahl von piezokeramischen Scheiben, die mit Oberflächenmetallisierungen als Elektroden versehen sind, gekennzeichnet dadurch, daß Isolationsbereiche jeder Scheibe (1) zwischen den jeweils beiden Metallisierungen (2) einerseits auf einer Scheibenkante (5) und andererseits auf einer Hauptfläche (3) und entgegengesetzt zu dieser Scheibenkante vorhanden sind, wobei die einzelnen Scheiben (1) mit einem wechselseitigen Versatz (6) gestapelt sind, dessen Größe der Breite des Bereiches (8) auf der Scheibe (1) entspricht, in dem durch die Elektrodenanordnung beim Betrieb des Stapels Felddeformationen entstehen und daß dieser Bereich (8) außerhalb des quasimonolithischen Wirkquerschnittes (7) des Stapels liegt.
2. Translatorstapel nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß die elektrische Isolation der metallisierten Scheiben (1) zueinander im Verbund durch eine vollständige oder teilweise Füllung der durch den Versatz der Scheiben entstandenen Vertiefungen mit elektrisch isolierendem Material (4), dessen mechanische Steifigkeit im Vergleich zu der der Keramik vernachlässigbar ist, realisiert ist.
3. Translatorstapel nach den Ansprüchen 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß die gleichpolig anzusteuernenden an jeweils einer Seite des Stapels herausgeführten Elektroden (2) freigelegt und durch eine elektrisch leitende Beschichtung (5) parallelgeschaltet sind.
4. Verfahren zur Herstellung eines Translatorstapels nach den Ansprüchen 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß der so gestapelte Stapel durch ein Trennverfahren in Einzelstapel (10) zerlegt wird, wobei die Schnittebene senkrecht zur Wirkfläche des ursprünglichen Stapels verläuft und beide Seitenmetallisierungen (5) schneidet.
5. Verfahren zur Herstellung eines Translatorstapels nach Anspruch 4, gekennzeichnet dadurch, daß aus einem Stapel mit einer geringen Anzahl von großflächigen Einzelscheiben (1) durch Trennen eine Vielzahl von Einzelstapel (10) mit kleinem Wirkquerschnitt (D x B<sub>1</sub>)

und großer Länge (A) gebildet werden, deren Kontraktion in Richtung (A) bei angelegtem elektrischen Feld verwendet wird, wobei D- die Dicke, B<sub>1</sub>- die Breite und A- die Länge des Einzelstapels sind.

5

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, gekennzeichnet dadurch, daß auf den Trennflächen ein oder mehrere Dehnmeßstreifen angebracht werden.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

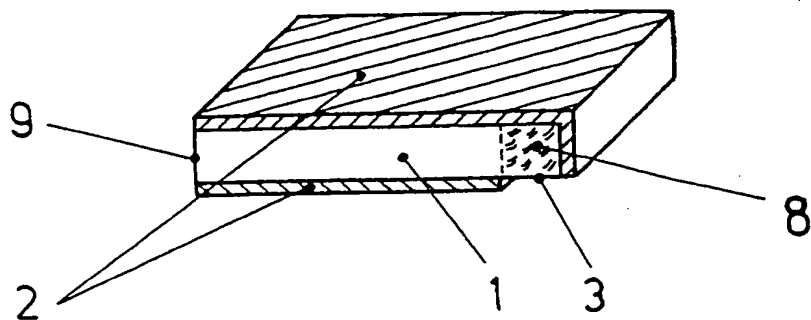


Fig. 1

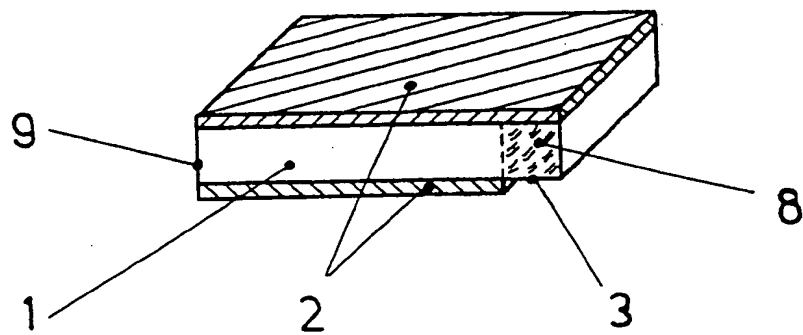


Fig. 2

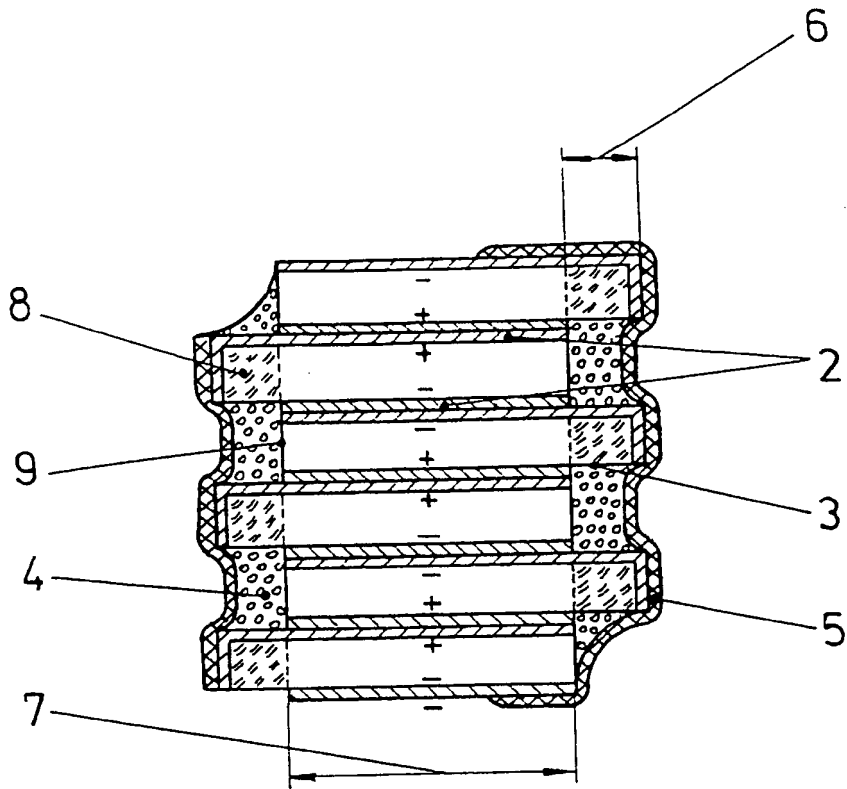


Fig. 3

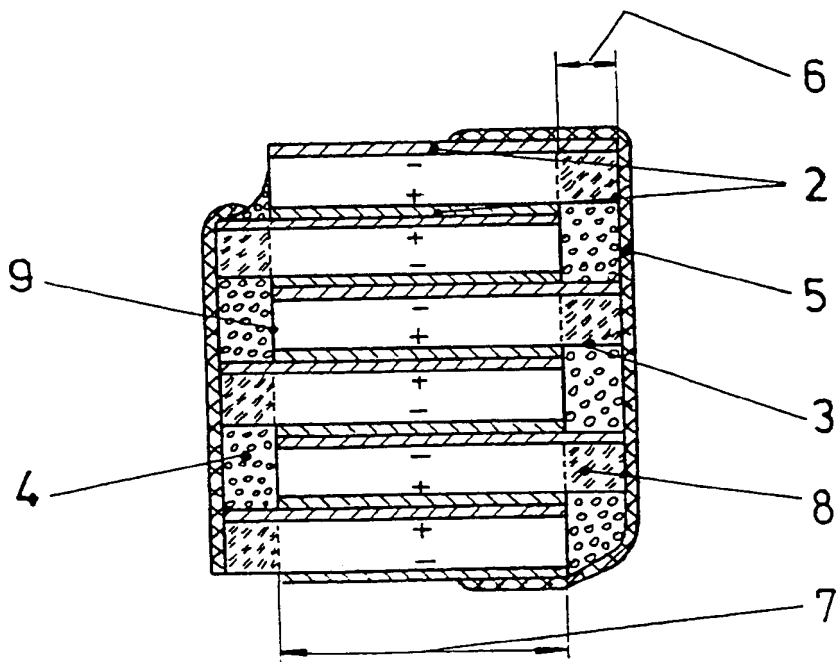


Fig. 4



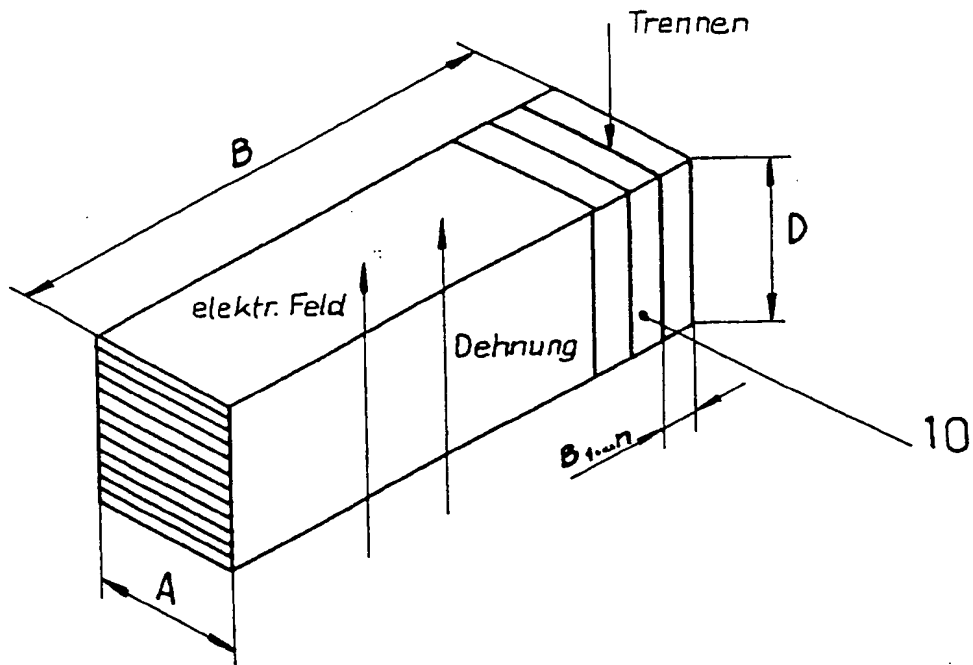


Fig. 5

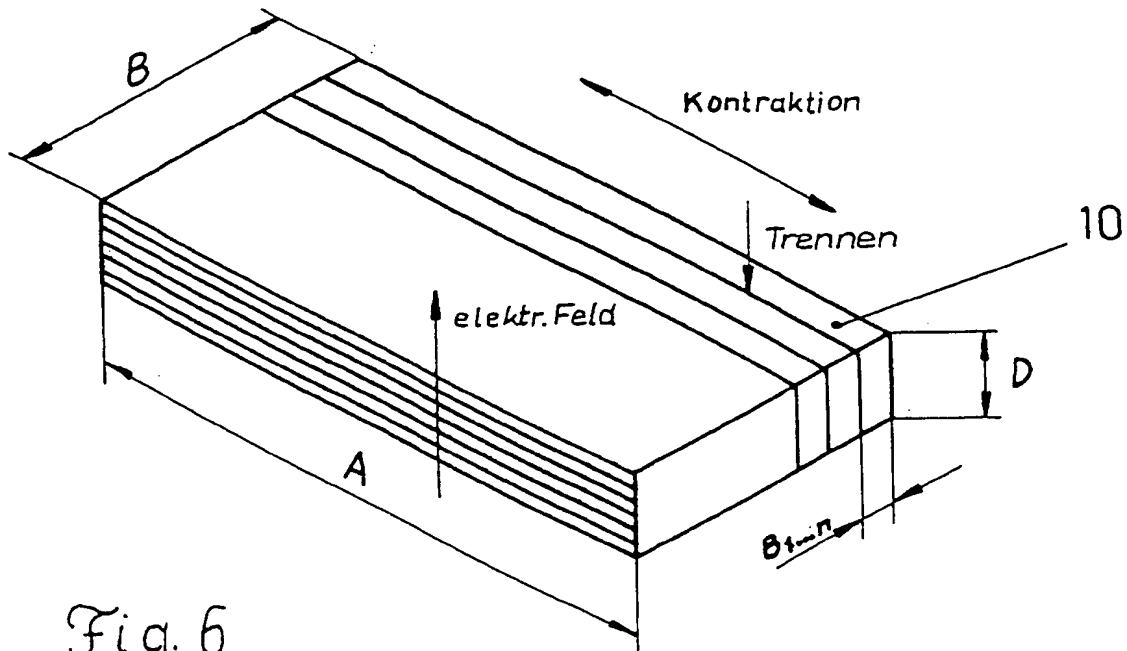


Fig. 6



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 11 1118

## EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	US-A-4 978 881 (NGK SPARK PLUG CO) * das ganze Dokument * ---	1-4	H01L41/08
P,X	DE-A-3 330 538 (SIEMENS AG) * das ganze Dokument * ---	1-4	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 11, no. 110 (E-496)7. April 1987 & JP-A-61 258 485 ( AISAN IND CO LTD ) 15. November 1986 * Zusammenfassung * -----	1-4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			H01L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchemort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 01 MAERZ 1993	Prüfer PELSERS L.
<div>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</div> <div><div>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</div><div>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</div><div>A : technologischer Hintergrund</div><div>O : nichtschriftliche Offenbarung</div><div>P : Zwischenliteratur</div><div>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</div><div>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</div><div>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</div><div>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</div><div>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</div></div>			

# Stack for translational movement and method of making the same.

**Patent number:** EP0576707  
**Publication date:** 1994-01-05  
**Inventor:** VOIGT KONRAD (DE); MEIER WILFRIED (DE); GEISS WOLFGANG (DE)  
**Applicant:** TRIDELTA AG (DE)  
**Classification:**  
- international: H01L41/08  
- european: H01L41/083  
**Application number:** EP19920111118 19920701  
**Priority number(s):** DE19914103657 19910207

## Also published as:

DE4103657 (A1)  
EP0576707 (B1)

## Cited documents:

US4978881  
DE3330538  
JP61258485

## Abstract of EP0576707

The invention relates to a stack for translational movement, which consists of a multiplicity of piezoceramic discs which are provided with surface metallisations as electrodes. According to the invention, insulation areas of each disc 1 are present between the in each case two metallisations 2, on the one hand on a disc edge, and on the other hand on a main surface 3 and opposite this disc edge 9. The individual discs are stacked with a mutual offset 6, the size of which corresponds to the width of the area 8 of the disc in which field deformations are produced due to the electrode arrangement when the stack is operated. This area is outside the effective quasi-monolithic cross-section 7 of the stack. Furthermore, a method for separating the stack into individual stacks is described.

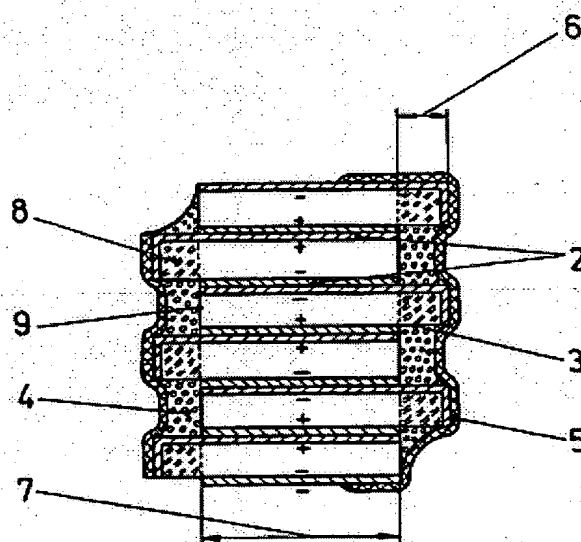


Fig. 3

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**